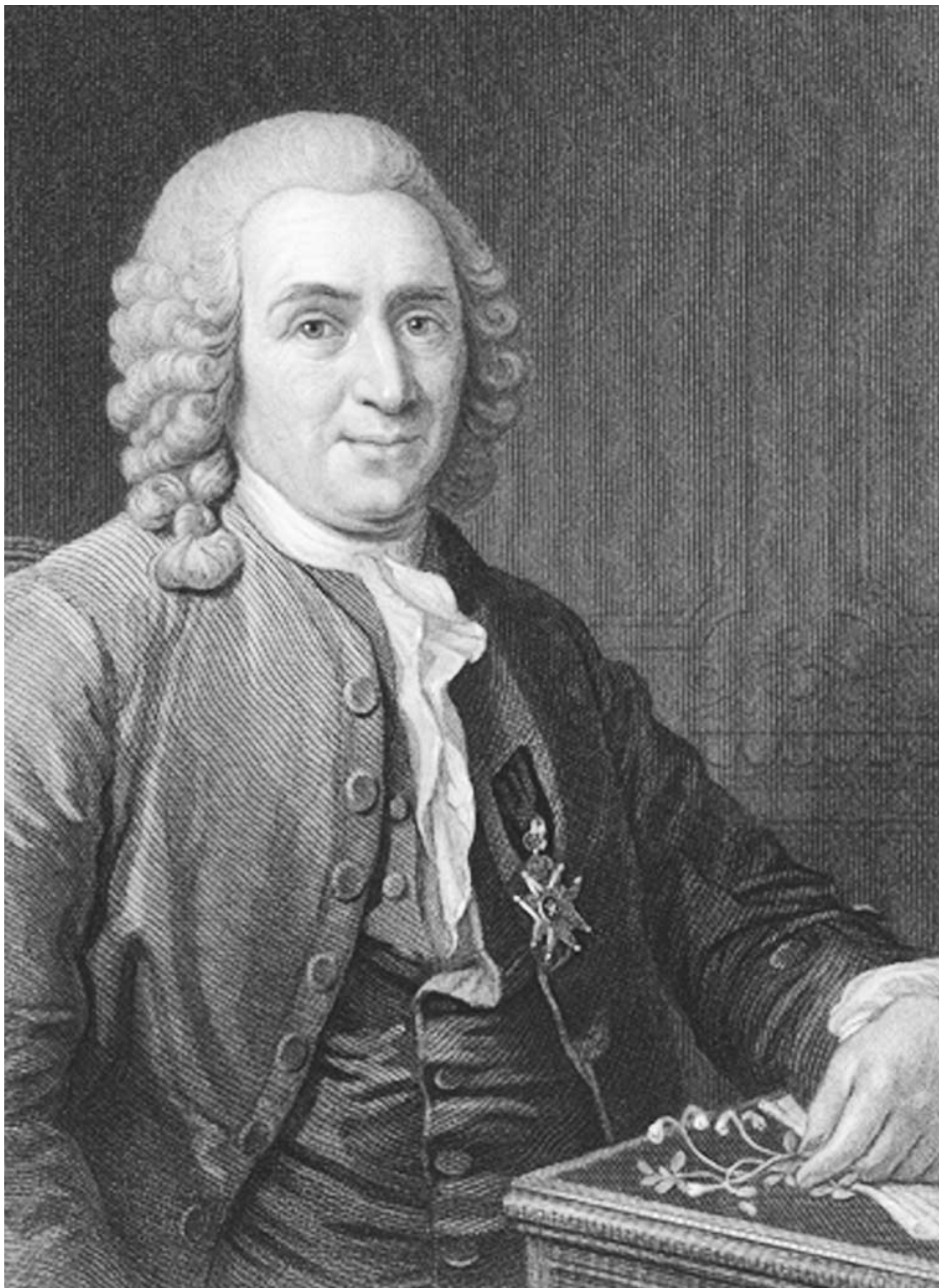
futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 14 / N° 758 | 06 . 09 . 2003



POR PABLO CAPANNA

TAXONOMÍA: CARL LINNEO (1707-1778)

El bibliotecario de la Naturaleza

Fue quien trajo orden al caos de la Naturaleza. Y aunque se lo considera un mediocre teórico, un médico ordinario y el padre del "fijismo", sus famosas clasificaciones latinas de plantas y animales (y luego de todos los seres vivientes, aun los desconocidos) alcanzaron poco a poco rango de lenguaje universal. Desde 1735, cuando publicó su obra principal, *Systema Naturae*, ejecutó la adánica facultad de ponerle nombre a todo. En esta edición de **Futuro**, el filósofo y escritor Pablo Capanna se sumerge en la vida de Carl Linneo, el gran etiquetador sueco.

Es sabido que las clasificaciones –así se trate de ordenar libros, plantas, estrellas o partículas– tienen mucho de arbitrarias. En el mejor de los casos son operativas, porque nos permiten cuadricular el mundo real para no perdernos en su diversidad.

En un famoso pasaje de Borges que inspiró a Foucault, un fabuloso zoólogo chino ordenaba a los animales según criterios tan extraños como "los que pertenecen al Emperador" o "los que se agitan como locos".

Las clasificaciones arbitrarias abundan y algunas de las más audaces se pueden encontrar en los videoclubes. Conocí uno donde habían rotulado como "de espionaje" a *Kaos* (que se inspira en Pirandello), porque la asociaban con el Superagente 86. A *Pelle, el conquistador* la habían puesto entre las "deportivas", pensando que era la vida de Pelé.

Más absurdos fueron los censores de las dictaduras. Un agente de inteligencia brasileño rescató *El Capital* de Marx como "libro capitalista" pero secuestró a *Nuestro hombre en La Habana* de Graham Greene porque lo hacía pensar en Fidel. Aquí hubo alguno que al descubrir un mapa de América donde una profesora había anotado los nombres de conquistadores y cronistas de Indias creyó haber descubierto una temible red subversiva.

Pese a todo, la actividad clasificatoria es tan importante que el *Génesis* le atribuye a Adán la potestad de ponerles nombre a las cosas. Muchos son los que han pasado a la historia de la ciencia por haberle dado nombre a una planta o a una reacción química.

En biología, hubo que esperar casi dos mil años para que se comenzaran a plantear clasificaciones de plantas y animales un poco más "naturales" que las de Aristóteles. Entre quienes intervinieron en este proceso estuvo Carl Linneo (1707-1778), el mediocre teórico pero infatigable taxonomista que, entre otras muestras de ingenuidad, calificó a nuestra especie como "Sapiens".

EL ESTUDIANTE POBRE

Cuando nació Linneo, sólo los nobles tenían apellido. Los pobres se conformaban con el patronímico y eran apenas "el hijo de su padre": Iván Stepánovic, Isaac ben David, John Johnson. Todavía queda gente que se llama (por ejemplo) Osama bin Laden.

El padre de Linneo era un pastor luterano llamado Nils Ingemarsson, que amaba la jardinería. A la hora de elegir apellido, se puso Linnaeus: *linn* era el tilo, uno de los pocos árboles que florecían en Suecia.

Llamarse Tilo era casi un destino lacaniano que parecía condenar a la botánica al pequeño Carl, quien creció en una remota aldea de un país decididamente marginal a pesar de su pasado guerrero. Era muy joven cuando lo mandaron a estudiar medicina en Lund y Upsala, donde tenía algún pariente rico. Allí vivió en la indigencia, pero pudo estudiar a Aristóteles y Descartes y hasta le permitieron intervenir en una disección, algo poco común en esas latitudes.

En esa época, los naturalistas europeos no tenían descanso, estudiando los especímenes que llegaban de lugares tan remotos como Brasil y Malasia. Carl se hizo amigo de otro estudiante, el alquimista e ictiólogo Pehr Artedius y juntos concibieron el ambicioso plan de clasificar los tres Reinos de la Naturaleza usando como código el latín, que entonces era el idioma de la ciencia. Luego se distanciaron, para reencontrarse muchos años después en Amsterdam. Pero al poco tiempo Artedi se ahogó en un canal y Linneo sintió que heredaba aquel proyecto juvenil.

Un día, el profesor Celsius lo descubrió tomando notas en el jardín botánico. Lo vio tan mal entrazado que se lo llevó a vivir consigo y hasta le consiguió una beca. Gracias a ella pudo estudiar la sexualidad vegetal, un tema que todavía despertaba recelo. Para el Año Nuevo de 1730 le obsequió a su benefactor el primer ejemplar de sus *Preliminares sobre el Matrimonio de las Plantas, en los que se explica la Fisiología de las mismas, se muestra el Sexo, se revela el Método de la Generación y se llega a la Verdadera Analogía de las Plantas con los Animales.*

Las ideas de Linneo sobre la sexualidad vegetal eran erróneas (creía que en la fecundación el tejido de los estambres se fundía con el del pistilo), pero no estaba tan mal orientado, y tuvo la suerte de ser recordado como un pionero en ese campo.

LA HELADA LAPONIA

El trabajo de Linneo atrajo la atención del catedrático Rudbeck, quien lo nombró adjunto cuando apenas tenía 23 años. Rudbeck era uno de los pocos que habían estado en Laponia, un territorio que pertenecía a Suecia pero era tan desconocido como la Antártida. Fue él quien propuso a Linneo para una expedición que auspiciaba en esos días la Sociedad Literaria y Científica.

Fue así como Carl se calzó su gorra



ROBOTICA: ASIMO, EL ANDROIDE MÁS AVANZADO DEL MUNDO

Historias de robots

POR FEDERICO KUKSO

Bastaron unas pocas palabras para dejar a todos los presentes con la boca abierta: "Mucho gusto, señor primer ministro. Soy robot y embajador de buena voluntad", dijo en perfecto checo el robot Asimo al estrechar la mano del jefe del gobierno checo, Vladimir Spidla, durante un banquete ofrecido hace dos semanas en Praga en honor al primer ministro japonés, Junichiro Koizumi. El lugar lo ameritaba. Después de todo fue un checo, el escritor Karel Capek, quien acuñó en 1920 por primera vez la palabra robot (del checo *robota*, que puede traducirse como siervo o esclavo) en su obra *R.U.R.* (Robots universales de Rossum).

En la cena, Asimo (siglas de Advanced Step in Innovative Mobility, aunque su nombre involuntariamente se asocia con el del prolífico escritor de ciencia ficción Isaac Asimov), fabricado por Honda, hizo de las suyas: comenzó a pasearse entre los asistentes, contó chistes y pidió un brindis.

PASO A PASO

Asimo es toda una estrella. Y tiene méritos para ostentar: es el robot humanoide más avanzado del mundo. Con sólo 120 cm de altura y 45 cm de ancho, Asimo es un robot autónomo y amigable capaz de hacer lo que muy pocos robots pueden: caminar "a la humana". Eso no es todo: también reconoce voces y obstáculos, sube y baja escaleras y habla en base a las órdenes recibidas.

La primera versión fue presentada el 31 de octubre de 2000 y era el resultado final de una investigación iniciada en 1986 por el Centro Waki de Investigación y Desarrollo de Honda (Japón). Por entonces, el principal problema a sortear era cómo hacer que unas piernas metálicas pudieran imitar el caminar humano. Así surgió el primer prototipo: el E0. Sólo le tomaba entre 5 y 20 minutos mover una pierna en línea recta.



En 1987 llegaron los E1, E2 y E3, cuyos movimientos empezaban a emular el caminar humano. Ocurre que aunque parezca algo bastante fácil, caminar engloba cientos de movimientos específicos y coordinados. Los pies deben ser acompañados por el balanceo de brazos, cadera, hombros, cabeza y columna que deben moverse en sincronía para mantener el equilibrio. La serie continuó en 1991 con los robots E4, E5 y E6 que ya podían caminar más rápido, subir escaleras, levantarse del piso e inclinarse. Eso sí: seguían gozando de una apariencia bastante "robótica". Recién en 1993 apareció P1, y con él los androides ganaron una apariencia más humana con tronco, brazos y cabeza.

Asimo, que es francamente mucho mejor que sus predecesores, por ahora no está a la venta, sólo se alquila por la módica suma de 150 mil dólares al mes. Honda los viene paseando por cuanta demostración publicitaria de robótica haya. "Los", porque en realidad no hay uno solo sino 20 en el mundo, todos ensamblados a mano a un costo que ronda el millón de dólares.

AMORES PERROS

Ultimamente, el campo de la robótica está bastante peleado. La gran competidora de Honda es ni más ni menos que Sony, la misma compañía que en 1979 inventó el walkman. La empresa fundada por Akio Morita y Masaru Ibuka luego de la Segunda Guerra Mundial (y cuyo primer producto fue una olla eléctrica para hacer arroz) tiene como su robot-estrella a un perro llamado AIBO (por Artificial Intelligence roBOt). Es autónomo, puede darse vuelta después de caerse, aprende con el tiempo y hasta es capaz de reconocer algunas voces. También mueve las orejas, la cola, se muestra contento o triste y puede reconocer su propio nombre. Viene en plateado, dorado, o negro (cuesta entre 1799 y 2199 euros).

Pero si de caninos-robóticos se trata, otro de los que sobresale es i-Cybie que también es interactivo y está compuesto de 1400 partes y 30 metros de cable. La empresa china Sirlverlit Electronics que los vende ya lo promociona como "la mascota ideal del siglo XXI que tiene todo el amor y hospitalidad de un perro verdadero, pero sin los insoportables quejidos". Podría agregarse que tampoco se los tiene que sacar a pasear.

DEL GOLEM A C3PO

Los robots, en verdad, hace rato que llegaron. Y están en más lados de los que se cree. Desde 1950, cuando empezaron a fabricarse los primeros transitores y circuitos integrados, se los puede encontrar en fábricas de automóviles donde ensamblan y pintan puertas y capots. También los hay en embotelladoras y fábricas que requieren tareas repetitivas y de precisión. Pero se los ve con más seguido cuando se trata de desactivar bombas o a la hora de introducirse en algún volcán, sin olvidar los robots-astronauta que viajan a otros planetas.

Aunque los robots cobraron forma recién hace 50 años, circulan como idea desde hace siglos. Por ejemplo, el gran Homero (el poeta, no Homero Simpson) mencionó una de estas creaciones inanimadas, en su caso hecha de oro y que oficiaba de ayudante de Hefaístos, el dios griego de los metales. Los judíos tienen entre sus leyendas a los famosos Golems, sirvientes de barro que cobraban vida con un encantamiento. Hasta Leonardo Da Vinci pensó en ellos: en 1495, dibujó los planos para construir un hombre mecánico. El "hombre nuclear", la "mujer biónica" (de existir en la realidad, claro) tendrían allí su origen.

Algunos científicos bastante optimistas como Hans Moravec de la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos) esperan que los robots realmente empiecen a asombrar (como si hasta ahora no lo hicieran) en las décadas que se avecinan. Para eso Moravec alude a la llamada Ley de Moore que pronostica que cada 18 meses se duplica la capacidad de los microprocesadores.

Comparando su inteligencia con la de los animales, Moravec ya imagina cómo van a ser los androides de los próximos años. Así, las actuales computadoras hogareñas que pueden llevar a cabo 1000 MIPS (millones de instrucciones por segundo) estarían a la altura de los insectos. Para el 2010, las máquinas alcanzarían –siempre siguiendo al pie de la letra la Ley de Moore– los tres mil MIPS y su inteligencia sería equivalente a la de una iguana. En 2020, los cien mil MIPS y estarían a la par de los ratones. Para 2030, tres millones de MIPS e igualarían a los monos. Recién en 2040, los robots alcanzarían el nivel de inteligencia humana (cien millones de MIPS): podrán hablar y entender el discurso, pensar creativamente y anticipar los resultados de sus acciones (muy similares al famosos C3PO de *La guerra de las galaxias*).

Para entonces, Asimo quizás sea lo que para nosotros son los cavernícolas y se lo entrone como el prototipo que emprendió el sendero evolutivo, al menos artificialmente.

El bibliotecario...





verde y partió hacia la ignota Laponia, armado de escopeta, cuchillo, regla y microscopio. Anduvo dos años por la tundra y el bosque, cruzando ríos sobre puentes de troncos y frecuentando a los no siempre amistosos lapones. Se interesó por todo, desde la conducta del reno hasta la etnografía, y volvió cargado de plantas, huesos, piedras y hasta el tambor de un chamán.

Su informe sobre la *Flora lapponica* (1732) le valió otro viaje a Dalecarlia. Allí se sintió atraído por las rubias "sirenas del Norte" y se enamoró de Sara Lisa Moraea. Sara era la hija de un médico rico, quien le recomendó que, antes de sentarse a hablar de matrimonio, hiciera algún dinero y volviera dos años más tarde.

LAS LUCES DE EUROPA

Carl reunió sus escasos ahorros y partió hacia Alemania y Holanda, confiando en que el latín le abriría las puertas del mundo académico. Era tan provinciano que en Lübeck quedó deslumbrado al conocer el alumbrado público y escandalizado a la vista de los prostíbulos.

En Amsterdam obtuvo su licencia de médico, pero se gastó hasta el último centavo para matricularse en Leyden. Allí, el gran Boerhave le ofreció la posibilidad de viajar al Africa y América, pero su nostalgia por Sara lo retenía en Europa. El catedrático Gronovius se interesó en sus trabajos y logró hacerle que le publicaran tres tratados de botánica y lo que sería su obra principal, el *Systema Naturae* (1735).

Estuvo en Oxford, donde terminó trabajando con el profesor Dillenius, quien al reconocerlo lo había echado del aula por "haber llevado la confusión a la botánica". Pero en cuanto se enteró de que Sara iba a casarse con otro emprendió el regreso a Suecia.

Pasó por París, donde conoció a Réaumur. Jussieu lo descubrió entre un nutrido grupo de estudiantes. "¡Tú debes ser Linneo!", lo saludó, al ver que era el único capaz de reconocer una planta exótica por su "aspecto americano". Con apenas 31 años, los franceses lo nombraron corresponsal de la Academia de Ciencias y le ofrecieron una pensión. Pero Carl sólo quería llegar a tiempo para impedir que le arrebataran a Sara.

EL PATRIARCA

Vuelto a Suecia, se encontró con que el obstinado suegro le reprochaba por volver con las manos vacías, habiendo rechazado cargos y rentas. De modo que el obstinado Linneo se fue por un tiempo a Estocolmo a trabajar como médico en los barrios pobres. Poco a poco escaló posiciones y llegó a ser médico de la Corte. Por fin logró casarse con Sara Lisa y fue aceptado en la Academia sueca, la cuna del futuro Premio Nobel.

Su suerte había cambiado y hasta se dio el lujo de ignorar una invitación del rey de España. Cuando la Corona le otorgó un título de nobleza se convirtió en Von Linné.

El resto de sus años los pasó en su casa de campo de Hammersby, editando sus *Species Plantarum* (1753), formando discípulos, ordenando colecciones y mirando pasar las horas en el reloj floral que había inventado para el jardín de la finca. Ya septuagenario, un día se montó en su trineo y salió a "herborizar". Lo encontraron semicongelado, con la pipa apretada entre los dientes, pero no logró sobrevivir.

LA "CIENCIA AMABLE"

La botánica, que por entonces era conocida como "la ciencia amable", se puso de moda gracias al prestigio de Linneo. Los campos se poblaron de herboristas, que los aldeanos reconocían por sus holgados pantalones blancos y su sombrero de alas anchas. Todos llevaban el *Systema Naturae* en la mochila y marchaban cantando en latín "¡Viva Linneo! ¡Viva la Ciencia!".

Desde Suecia, Linneo despachó a sus "apóstoles" a todo el mundo. Pero salvo Solander, que anduvo por Oceanía, y Kuhn, que estuvo en América del Norte, todos tuvieron un destino trágico y no llegaron a completar sus investigaciones.

Si bien el dogmatismo de Linneo era propio de un escolástico tardío, su temperamento prefiguraba el de los románticos. Sus contemporáneos decían que sólo él había sido capaz de mirar las flores "con ojos de abeja" y se contaba que al ver una planta exótica que florecía en los jardines de Oxford había caído de rodillas, llorando.

Ahora que el *Systema Naturae* permitía ponerle nombre a todo, Linneo se sintió un Adán. A una planta la llamó *Morea*, para rendir homenaje a Sara Lisa, a quien llamaba "lirio monándrico", flor de un solo hombre. A otras les puso nombres como *Artedia*, en recuerdo de su gran amigo, y *Rudbeckia*, como su primer maestro. Hasta se reservó para sí la modesta *Linnea vulgaris.*

EL MEJOR DE LOS MUNDOS POSIBLES

Si bien hay que reconocerle el mérito de haber creado un eficaz sistema de clasificación, Linneo no fue nada lúcido como teórico, y resulta inexplicable que en un tiempo se haya llegado a compararlo con Copérnico y Galileo.

Su visión del mundo era profundamente estática. Si en su entusiasmo como investigador revivía algo del espíritu del Aristóteles "histórico", a la hora de teorizar se comportaba como un escolástico y sólo se interesaba por la taxonomía. Para él los únicos "botánicos" eran los clasificadores. A los demás los despreciaba como "botanófilos", precisamente por ocuparse de cosas como la fisiología o la reproducción, que a la larga resultarían ser las más importantes.

Con su sistema binario de clasificación, Linneo vino a satisfacer una imperiosa necesidad. Ya no era posible designar una especie con una vaga descripción que ocupaba varios renglones, ante la avalancha de plantas, insectos y animales desconocidos que afluían de todo el planeta.

Linneo impuso un sistema abierto, que permitía clasificar a todos los seres vivientes, aun a los desconocidos. Lo hizo conforme a la lógica de Aristóteles, usando géneros y especies, que eran algo así como apellido y nombre. Su padre había sido Nils Ingemarsson (el hijo de Ingmar) y su abuelo Ingmar Bengtsson, el hijo de Bengt. Ahora el gato era *Felis cattus*, el perejil *Petroselium sativum* y el hombre *Homo sapiens*.

La nomenclatura binomial tampoco fue una



VIRO NOBILISSIMO ET CONSULTISSIMO D. GEORGIO CLIFFORTIO J.V.D.

CAROLI LINNÆI
Doct. Med. & Acad. Imp. Nat. Cur. Soc.
FLORA
LAPPONICA
Exhibens
PLANTAS
Per
LAPPONIAM
Crescentes, secundum Systema Sexuale
Collectas in Itinere
Impensis
SOC. REG. LITTER. ET SCIENT. SVECIÆ
A. CIↃ IↃ CC XXXII.
Instituto.
Additis
Synonymis, & Locis Natalibus Omnium,
Descriptionibus & Figuris Rariorum,
Viribus Medicatis & Oeconomicis
Plurimarum.
AMSTELÆDAMI,
Apud SALOMONEM SCHOUTEN.
CIↃ IↃ CC XXXVII.

PRIMERAS PAGINAS DE *FLORA LAPPONICA* (1732).

creación original; Caspar Bahuin ya había propuesto algo similar, con menos suerte. De todos modos, Linneo fue capaz de escribir, con esa suficiencia que había desarrollado al paso de los años: "Yo he sido el primero que ha usado los caracteres naturales para los géneros. Nunca hubo nadie que hiciera nada parecido... antes que yo, no había ninguna especie digna de tal nombre".

No se interesó por la fisiología ni hizo experimentos. Su clasificación de los minerales resultó insostenible y su zoología era inferior a otras propuestas de su tiempo. Negó enfáticamente que existiera la fecundación externa en los peces, porque no se ajustaba a sus esquemas. Clasificó a las flores según la cantidad de estambres y de pétalos, de esa manera descriptiva que inspiraría los diagramas florales del romanticismo alemán, pero no llegó a entender el proceso de la fecundación.

ARMONIA Y ORDEN

Linneo vino a poner orden en medio de una explosión de información biológica. Su exitoso sistema taxonómico tenía tantas ventajas que ha seguido usándose hasta hoy, a pesar de que las clasificaciones "naturales" le deben más a Jussieu y Adanson que a él. De hecho, las taxonomías actuales abarcan muchas más categorías y nosotros mismos nos hemos convertido en *sapiens sapiens*.

Un mapa de la naturaleza cuyas fronteras crecían día a día reclamaba cartógrafos. Pero al dibujar los mapas era inevitable que comenzaran a descubrirse las transiciones y las genealogías que enlazaban a las especies. Faltaba poco para que Lamarck comenzara a hablar de evolución.

Linneo era un conservador y la sombra de su padre el teólogo seguramente gravitó en su proyecto de reconstruir el orden natural tal como Dios lo había creado de una buena vez. Rescataba la actitud empirista de Aristóteles, pero como Platón, creía que las especies eran entidades reales, de manera que cada una debía tener su Idea platónica, inmutable y eterna.

Fue el padre del "fijismo". Para él era inconcebible que aparecieran nuevas especies, porque el tiempo era irrelevante. Dios había creado al caballo, al rosal y a los infusorios tal como son. No podía haber creación de nuevas especies; apenas generación de individuos. En su mundo no había conflictos. El Creador lo había dispuesto todo en perfecta armonía, de manera que cada especie tuviera asegurado su hábitat y su alimento.

Sin embargo, cualquier botánico se iba dando cuenta de que dentro de las especies había toda una gama de variaciones. Polemizando con Adanson, Linneo atribuyó las variaciones al clima y a la acción de factores como la aridez, el calor o el viento. Pero eran apariencias que no podían llevar a engaño: las especies estaban fijadas desde siempre.

INVASION MUTANTE

En este universo estático, aparecieron los mutantes.

Linneo fue uno de los primeros en enterarse de la existencia de mutaciones entre las plantas, e incluso fue el primero en usar la palabra "mutación". Pero si para nosotros una mutación es una variación que se hace hereditaria, el sentido que Linneo le dio a la palabra fue simplemente el de una "metamorfosis" o cambio superficial.

En 1742 el estudiante Zioberg (uno de sus discípulos) encontró una planta desconocida en una isla cerca de Upsala. Crecía junto a la *Linaria vulgaris* y se parecía mucho a ella, pero en la base de la corola tenía una estructura distinta. No era la primera planta mutante: Merchant había observado una en 1715 y en 1749 Gmelin encontraría otra en un jardín de San Petersburgo.

La cuestión era dramática para Linneo: ¿era posible que nacieran nuevas especies sin intervención directa del Creador?

Linneo examinó el espécimen, y de entrada no encontró nada mejor que darle nombre: le puso *Peloria*, "la planta monstruosa". Su discípulo Rudberg estaba tan entusiasmado que proclamó como "orgullo de nuestro siglo haber descubierto fenómenos que no sólo eran desconocidos para los antiguos, sino francamente increíbles".

Pero el maestro no estaba dispuesto a que una plantita pusiera en juego todo su *Sistema de la Naturaleza*, y para evitarlo recurrió a esa arma de doble filo que es la *hipótesis ad hoc*. Para tranquilizar los ánimos, aseguró que no había tal novedad. La *Peloria* no era una especie: era apenas un híbrido, una cruza, que reunía caracteres pertenecientes a especies distintas. En su tiempo, la idea no parecía tan absurda: el gran Réaumur había escrito con toda seriedad sobre un híbrido de conejo y gallina, que había engendrado pollitos con pelo...

Para Linneo, fiel a los escolásticos y a los naturalistas del Renacimiento, la hipótesis de la "transmutación" o "hibridación" bastaba para salvar la circunstancial refutación de su esquema teórico.

Pero a pesar de todo tuvo que hacer una importante concesión: el Creador había creado las plantas modelo y éstas, al cruzarse entre sí, habían originado las especies. Esta concesión salvaba la inmutabilidad de los géneros, pero admitía que las especies surgían en el tiempo, aunque fuera por hibridación. La pregunta por el "origen de las especies" empujaba a la biología por el camino que tomaría Lamarck.

El gran bibliotecario no llegó a ver cómo la taxonomía se ponía en movimiento, y su mundo estático se convertía en una dilatada historia evolutiva. Para él, era demasiado tarde. Había muerto.

NOVEDADES EN CIENCIA

EL MUNDO ES UN PAÑUELO

Science En 1967, el psicólogo social estadounidense Stanley Milgram condujo un inusual experimento para comprobar una idea bastante interesante: *cualquier* persona de *cualquier* red social podía contactarse con otra que no conocía a través de menos de diez conocidos, intermediarios o nodos. Así, Milgram eligió como campo de pruebas la población de Estados Unidos y al azar seleccionó un grupo de 96 personas de la costa oeste, quienes debían hacer llegar una carta a una determinada persona en la costa este, con la condición de que no se la podía enviar directamente y que debía ser entregada en mano a alguna persona cercana al objetivo final. Luego, rastreó las cadenas de contactos que se formaron y contó cuántos eslabones o pasos eran comúnmente necesarios para alcanzar al destinatario. El resultado fue sorprendente: sólo eran necesarios seis pasos.



Ahora, la teoría popularizada como la de los "seis grados de separación" emigró a un mundo menos tangible, el de Internet: un grupo de científicos de la Universidad de Columbia, en Nueva York, se valieron del e-mail para comprobar la teoría de Milgram a escala mundial. El estudio conducido por los investigadores Peter Sheridan Dodds, Roby Muhamad y Duncan J. Watts –y al que se puede acceder en *http://smallworld.columbia.edu*– contó con 61.168 voluntarios dispersos en 166 países, a quienes les pidieron que reenvíen un correo electrónico a amigos, colegas o conocidos que estuvieran más cerca de una de 18 *personas-objetivo* asignadas a cada participante (y que contaban con la tecnología requerida para recibir e-mails), en 13 países diferentes. Como en el experimento original, el mensaje tampoco podía ser enviado directamente al receptor. Los únicos datos que tenían eran nombre, profesión, nivel cultural y lugar de residencia. Entre ellos había, por ejemplo, un policía australiano, un inspector estonio y un veterinario del ejército noruego.

De las 24.163 cadenas de e-mails que se formaron, sólo 384 alcanzaron buen destino. Los investigadores encontraron que en promedio estos mensajes debieron ser "forwardeados" *sólo* entre cinco y siete veces desde su punto de origen a su meta final. Sorprendentemente, los contactos más exitosos no eran los de amistades o familiares sino los laborales y los mensajes enviados a personas del mismo sexo.

Ahora bien, este tipo de experimentos que suenan más a juego que a algo serio permiten nada menos que un mejor entendimiento de la constitución de redes sociales y su influencia en la propagación de enfermedades como el sida, o el tratamiento de patologías mentales asociadas a individuos que comparten el mismo medio social.

EL CASO DEL ASTEROIDE 2003 QQ47

Falsa alarma astronómica

POR MARIANO RIBAS

Otra vez la misma canción: se descubre un asteroide, se sigue su trayectoria, se determina su órbita, y finalmente se descubre que existe una ínfima chance de que impacte con la Tierra. Los astrónomos aclaran lo de "ínfima", e incluso, al poco tiempo, descartan completamente la amenaza. Pero ya es tarde: la alarma mediática da la vuelta al mundo, y surge la preocupación por todos lados. Esta vez, el protagonista es 2003 QQ47, una enorme roca espacial que, como muchas otras, cruzan la órbita terrestre de tanto en tanto. El asteroide fue descubierto hace un par de semanas por el telescopio robot LINEAR, instalado en Nuevo México, Estados Unidos, y que forma parte de un programa de búsqueda y rastreo de objetos potencialmente peligrosos (y eso incluye también a algunos cometas). Después de varias observaciones, astrónomos norteamericanos y británicos obtuvieron un identikit de 2003 QQ47: mide 1200 metros, pesaría 2600 millones de toneladas, y viaja a la friolera de 100 mil km/hora. Una verdadera montaña voladora. Y potencialmente kamikaze. Sólo potencialmente: estudiando su movimiento por varios días, los científicos determinaron la órbita del objeto y, proyectando su trayectoria a futuro, calcularon que existía una remotísima probabilidad de que chocara con nuestro planeta el 21 de marzo de 2014. Y lo aclararon: "no hay motivo de preocupación, porque las chances de que esto ocurra son 1 en 909.000", dijo el astrónomo Alan Fitzsimmons, del Centro de Información de Objetos Cercanos a la Tierra del Reino Unido, en Leicester. Ahora, Fitzsimmons y otros cazadores de asteroides acaban de poner paños aún más fríos, descartando de plano la colisión. Decir que un asteroide "podría chocar contra la Tierra" es una verdad muy a medias si no se aclara, con igual énfasis, el grado de probabilidad. Como ya ha ocurrido otras veces (la última, en julio de 2002), la cosa luego se disipa, y queda en el olvido hasta que surge un nuevo caso. El problema es que, paradójicamente, estas idas y venidas, y la ligereza en el tratamiento del tema, pueden restarle importancia al asunto: más allá de los casos particulares, la amenaza de los asteroides es bien real. La larguísima historia del planeta registra montones de eventos catastróficos vinculados a impactos de rocas espaciales (el más conocido es el que habría aniquilado a los dinosaurios). No es algo anecdótico, ni pasajero. Y merece abordarse con total seriedad. Por otra parte, y ante lo inevitable, la humanidad no sólo debe estar alerta, sino también, y ya mismo, ir pensando (y desarrollando) posibles formas de defensa. Ya lo decía el desaparecido (y gran) geólogo planetario Eugene Shoemaker: "La pregunta no es si alguna vez un asteroide chocará con la Tierra..., la pregunta es ¿cuándo?".



LIBROS Y PUBLICACIONES

FILOSOFIA DE LA NATURALEZA, CIENCIA Y COSMOLOGIA
Evandro Agazzi
Fondo de Cultura Económica, México, 2000, 146 páginas



"Regresar a la metafísica sin olvidar las ciencias naturales" es el llamado de *Filosofía de la naturaleza*, escrito por el filósofo de la ciencia italiano E. Agazzi. Parte de su renombre seguramente viene asociado a las polémicas que sus escritos tejen con adversarios diversos, que van desde el positivista (que Agazzi estereotipa un poco más allá de lo aconsejable) hasta el determinista, que rehuye y con razón de cualquier idea de una "finalidad última" en la naturaleza. *Filosofía de la naturaleza* intenta recuperar un "punto de vista de la totalidad", contrapuesto pero complementario a la empresa científica, que Agazzi considera parcial. Así, transita por la metafísica occidental desde Platón hasta Kant y se plantea tres cuestiones fundamentales: la psicología racional, la teología y la cosmología. Como se podrá adivinar, Agazzi se detiene sobre esta tercera cuestión, investigando su constitución como ciencia, y es allí, en la búsqueda de una "comprensión global del universo", donde intenta mostrar la necesidad irreductible de la metafísica incluso en las ciencias naturales. Pero su defensa de la metafísica –que no es para nada ingenua, por cierto, y se emparienta con las corrientes que tratan de fusionar religión y ciencia, o de introducir la religión dentro mismo de la ciencia– no duda en reafirmar la validez de una visión teleológica o finalística en el campo de la evolución natural, enfoque abandonado desde Darwin y que es el que, precisamente enfrentó al darwinismo con la Iglesia, o el "principio antrópico" (la teoría de que el universo existe sólo para el hombre), una construcción que trata de salvar los últimos restos de antropocentrismo.

Las argumentaciones que Agazzi desarrolla no resultan del todo convincentes, pero su mérito reside quizás en la reivindicación que hace de la actitud filosófica como "exigencia fundamental del espíritu humano". Con un enfoque erudito, por momentos laberíntico y tortuoso, Agazzi persiste en su afán de reintegrar la unidad del conocimiento, desafiando las murallas de la especialización, aunque con el riesgo eterno de terminar confundiéndolo todo.

Arturo Borra

HISTORIA DE LA CIENCIA: SUSTANCIAS QUE NUNCA EXISTIERON

Cómo se desvaneció el éter

POR LEONARDO MOLEDO

El éter oscilaba malamente entre el ser y la nada. Cuando Newton tomó las riendas del mundo, construyendo un sistema pavoroso y universal basado en la acción a distancia y las fuerzas que se propagan a través del vacío, el éter corrió serios riesgos de extinguirse de a poco y caer en el mismo olvido de las sustancias mitológicas, como el néctar y la ambrosía que los dioses bebían en cálices de plata.

Pareció que el éter había perdido toda posibilidad de existir. Pero no. El éter era demasiado atractivo, y sobre todo demasiado cómodo, como para que los científicos, al ver el universo vacío que había inventado Newton, pudieran resistir a la idea de volver a llenarlo de inmediato y convertirlo, nuevamente, en un plenum. El mismo Newton creía flojamente en el éter y le atribuía el origen del calor.

En realidad, el problema, como tantas veces, y en especial si se mira el Génesis, era la luz. Las concepciones tradicionales y que el propio Newton elevaría al rango de gran teoría física concebían a la luz como un flujo de corpúsculos. Tanto Hooke en su *Micrographia* como Huygens más tarde, propusieron una teoría de la luz radicalmente distinta: sostenían que los fenómenos luminosos se explicaban mucho mejor partiendo de la hipótesis de que la luz no está formada por corpúsculos, sino que consistía en ondas, pequeñas vibraciones.

¿Vibraciones de qué? Porque cuando la luz se propaga en el vacío... ¿qué es lo que vibra? El vacío no es nada, y la nada no puede vibrar. El éter aprovechó y se deslizó por la ranura luminosa. El universo geométrico de la Revolución científica, el universo que era puro espacio abstracto donde se movían los átomos regidos por la gloriosa ley de la gravitación universal y el principio de inercia, volvió a llenarse de pringoso éter medieval para que la teoría ondulatoria pudiera vivir y hubiera algo que vibrara transportando la luz.

Ya no era un éter activo, como el que proponía Descartes; ya no tenía las propiedades mecánicas que lo llevaban a formar torbellinos y generar los movimientos; ya no era un éter que formaba los cuerpos celestiales de Aristóteles, ahora era un éter puramente pasivo, que no ofrecía ninguna resistencia al movimiento de los cuerpos que lo atravesaban (o que él atravesaba).

El éter ya era de por sí bastante inverosímil, pero a medida que la teoría ondulatoria de la luz se afianzaba, fue adquiriendo características estrafalarias. Los trabajos de Young y de Fresnel mostraron que las vibraciones luminosas eran perpendiculares a la dirección de propagación. Pero para que esto pudiera ocurrir, el éter tenía que ofrecer algún tipo de resistencia a la deformación. Pero si esto ocurría, resultaba que el éter se comportaba como *un sólido elástico*. Lo cual ofrecía un no pequeño inconveniente: ¿cómo hacían los inmensos planetas en el cielo para atravesar enormes distancias de un *sólido elástico*? Se había alcanzado la posición exactamente inversa a la de Aristóteles. Aristóteles ya no estaba, sus teorías no se usaban más, pero el éter, dicen, es más éter(no) que los filósofos.



VIENTOS DE ETER. JUNO LE PIDE A AEOLUS QUE LIBERE LOS VIENTOS. F. BOUCHER (1703-1770).

Este asunto de los planetas era un engorro, pero se solucionó con cierta facilidad: G. G. Stokes en 1845 –y note el etéreo lector, *mon semblable, mon frère*, el año– sugirió que el éter se comportaba como un sólido para las vibraciones muy rápidas como las de la luz, pero como un fluido para movimientos muy lentos como los de los planetas. Y así. Todo mejoró aún más para el éter cuando el físico escocés James Clerk Maxwell, entre los años 1864 y 1873, unificó los conceptos de electricidad y magnetismo mostrando que eran aspectos de un único fenómeno –el electromagnetismo– y mediante un puñado de leyes muy simples logró explicarlo por completo. Era una vasta síntesis de tipo newtoniano y que no ahorró notables predicciones; entre ellas, la que afirmaba la existencia de ondas electromagnéticas (la luz misma, sugirió Maxwell, no es sino un fenómeno electromagnético). Afirmaciones puntualmente verificadas un puñado de años más tarde, cuando Hertz detectó las ondas adivinadas por Maxwell, y que hoy nos deparan placeres y delicias como la radio y la televisión. ¿Y dónde se propagaban estas ondas? Ahora el éter había conseguido ser indispensable, que era lo que quería desde el principio.

Pero ya las cosas pasaban a mayores. Para esa época ya se manejaba la tabla de Mendeleiev y se estaba ante las puertas de la radiactividad. ¿Cuál era la naturaleza y el lugar de algo como el éter? ¿De qué estaba hecho? Parecía una sustancia puramente metafísica, pero si lo era, ¿de qué manera una sustancia puramente metafísica puede comportarse como un sólido elástico o como un fluido? El éter no sólo era químicamente molesto, sino completamente anacrónico. En realidad, el éter era una porquería.

Y además, estaba en reposo absoluto. Eso era lo peor de todo. Porque si el éter estaba en reposo absoluto, el movimiento absoluto debía existir también. Enterrar los conceptos de reposo y movimiento absolutos había costado una dura lucha. ¡Y ahora volvían en un caballo etéreo!

Pero además, si el éter, en reposo absoluto, llenaba todo el universo, al moverse la Tierra a través de él, debe recibir una corriente de éter (de la misma manera que un avión en movimiento recibe una corriente de aire). Entonces, si se envía un rayo de luz en sentido paralelo y contrario a la corriente de éter, esta corriente lo retrasará, de la misma manera que la corriente de un río es capaz de retrasar una barca. Y este retraso constataría la existencia efectiva del éter.

Y bien. El físico norteamericano Michelson, perito en medir la velocidad de la luz, llevó a cabo el experimento en 1881. Montó los aparejos y afinó los instrumentos para captar el retraso, por ínfimo que fuera. El rayo partió y llegó sin ningún retraso. Ningún viento de éter lo había perturbado. Finalmente, el éter, que no sólo no existía, sino que nunca había existido, pero que durante dos milenios había luchado tenazmente por existir, perdió su última batalla. Y se precipitó en la nada.

AGENDA CIENTIFICA

ORIENTACION VOCACIONAL
Destinadas a quienes están eligiendo sus carreras, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) organiza una visita al Depto. de Cs. de la Atmósfera el lunes 8 de septiembre a las 14. Pabellón 2 en Ciudad Universitaria. Gratis. Informes: 45763337, *dov@de.fcen.uba.ar*

A LEER JUGANDO
El Gobierno de la Ciudad organiza para mañana de 12 a 17 una serie de actividades gratuitas en la explanada del Planetario: habrá un talleres de humor gráfico y show de marionetas. Se solicita llevar diarios para donar el papel al Hospital R. Gutiérrez. Se suspende por lluvia. Av. Sarmiento y Figueroa Alcorta. Informes: 4775-1862, *www.planetario.gov.ar*

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES

Donde se propone un enigma numérico

Por L.M.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–, reconozcamos que la cifra de 421.201 hombres aunque matemáticamente impecable, es históricamente imposible para un ejército medieval.

–¿Cuántos serían, en realidad? –preguntó (se preguntó) Kuhn.

–Guillermo el Conquistador se embarcó en Normandía con alrededor de veinte mil hombres, más o menos los mismos que tuvo San Martín. Los grandes ejércitos modernos son posteriores a la Revolución Francesa, con las levas masivas de Napoleón.

–Y después vinieron el ferrocarril y los medios masivos de comunicación, que permitieron los ejércitos monstruosos de la Primera Guerra Mundial –dijo Kuhn–. Pero tenemos que ir derecho al enigma.

–La guerra es un enigma –dijo el Comisario Inspector–. Pero hoy voy a plantear un enigma numérico. A saber: tenemos tres números de tres cifras: abc def ghi

Las nueve cifras son distintas, el segundo número es el doble del primero, y el tercero es el triple del primero. ¿Cuáles son los números?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cuáles son los números? ¿Y cuántos guerreros había realmente en la batalla de Hastings?

Correo de lectores

SAJONES Y NORMANDOS: HASTINGS

Cada uno de los 13 cuadrados –que se fundieron en uno solo al llegar el rey Haroldo– estaba integrado por 32.400 soldados (180 x 180). Se formó así un único cuadrado de 421.201 soldados (649 x 649).

Con respecto al nombre del rey invasor, y si doy crédito a Trevelyan, era Harald Hardrada.

Horacio Daniel Osio

CAJITAS DE TE

Estimado Comisario Inspector,

Nuestro experto debe agregar una pizca de té verde al té negro (1 parte y 343 partes). Todo el contenido de las cajas con volúmenes $N=n^3$ y $V=v^3$ debe distribuirse en 22 cajitas de volumen $C=c^3$. Las dimensiones lineales deben expresarse con una precisión de 0,1 unidades. Como podemos definir la unidad de medida, hacemos c=1. Entonces $n^3 + v^3=22$. Prueba y error nos da n=2,8 y v=0,4 unidades. El lado del cubo con té negro es apenas 7 veces el lado del cubo con té verde, pero su volumen es 343 veces mayor. Claro, suponemos que las hojas de té mantienen su grado de apelmazamiento antes y después de la mezcla. No importa si las hojas, aparte del color, tienen formas, dimensiones y densidades diferentes.

Saludos

Daniel Rosenvasser
Michigan, Estados Unidos